



RAZLIKE U DISTRIBUCIJI SILE PRITISKA TIJEKOM IZVOĐENJA ZAVOJA NA SKIJAMA I ROLAMA

DIFFERENCES IN FORCE PRESSURE DISTRIBUTION DURING A SKI AND INLINE SKATING TURN

Vjekoslav Cigrovski

Sveučilište u Zagrebu, Kineziološki fakultet

SAŽETAK

Izvoditi kratke, paralelne zavoje na rolama čini se istim redosljedom gibanja tijela kao i tijekom izvođenja zavoja na skijama. Stoga rolanje često koriste natjecatelji u alpskome skijanju kao zamjenski sport u pripremnom periodu treninga. Većina natjecatelja u alpskome skijanju prvo nauči osnove upravljanja skijama u zavoju, a zatim koriste role kao alternativni sport. S aspekta skijaških početnika koji žele naučiti osnove alpskoga skijanja važno je utvrditi razliku u distribuciji sile pritiska stopala tijekom izvođenja kratkih, paralelnih zavoja na rolama i skijama.

U istraživanju je sudjelovalo pet ispitanica, alpskih skijašica s usvojenom visokom razinom skijaškog znanja koje su na unaprijed definiranim koridorima izvodile kratke, paralelne zavoje na skijama i na rolama. Tijekom izvođenja zavoja na skijama i na rolama ispitanice su koristile Novel uloške za mjerenje sile pritiska. Pomoću njih objektivno je moguće utvrditi razliku između sile i njene distribucije u pojedinim dijelovima lijevog i desnog stopala tijekom skijanja i rolanja. Ukupno je analizirano 70 zavoja tijekom skijanja i 70 tijekom rolanja.

Izmjerena sila na vanjskom stopalu tijekom lijevog zavoja kod izvođenja zavoja na rolama značajno je manja u odnosu na zavoj izveden na skijama (584,82 N vs 764,79 N), a isti je obrazac utvrđen i na vanjskoj nozi u desnom zavoju (564,44 N vs 811,37 N). Značajno veća sila pritiska unutarnje noge u odnosu na vanjsku nogu izmjerena je tijekom rolanja u odnosu na skijanje u oba zavoja (lijevi zavoj-720,26 N vs 378,45 N; desni zavoj-745,23 N vs 412,83 N). Isto tako, rezultati istraživanja pokazuju kako do značajnije sile pritiska unutarnjeg stopala na podlogu tijekom rolanja dolazi vremenski nešto kasnije u odnosu na vanjsko stopalo. Nadalje, tijekom skijanja na medijalnom dijelu stopala vanjske noge, izmjerena prosječna sila je

SUMMARY

Short parallel turns on in-line skates are performed in the same order of body movements as during alpine skiing. Therefore, in-line skating is often used by competitors in alpine skiing as an alternative sport during preparation season for alpine skiing. Most of the competitors first learn the basics of skiing and then use in-line skating as a means for out of season training. From the aspect of ski beginners, it is important to determine force pressure differences during performance of short parallel turns on skies and in-line skates.

Five participants were enrolled in the present study. They were all top-level alpine skiers who performed short parallel turns on skies and in-line skates in the previously defined corridors. They used Novel insoles for objective determination of force pressure under both left and right foot and under different parts of foot during in-line skating and skiing. Analysed were overall 70 skiing and 70 in-line skating turns.

Measured force on outer foot during left turn on in-line skates is significantly lower than in the same turn on skies (584,82 N vs 764,79 N), and the same pressure pattern was seen for outer leg in right turn (564,44 N vs 811,37 N). Significantly higher pressure was seen on inner leg compared to outer while in-line skating and in both left and right turn (left turn-720,26 N vs 378,45 N; right turn-745,23 N vs 412,83 N). Moreover, results suggest the time delay in achieving maximal pressure on inner foot during in-line skating compared to outer foot. In addition, pressure over medial part of outer leg during skiing is significantly higher compared to that seen while in-line skating (left turn-53,54 N vs 159,64 N; right turn-65,33 N vs 161,33 N).

Determined differences in the pressure distribution between turns performed on in-line skates and skies most

značajno veća u odnosu na zavoj učinjen na rolama (lijevi zavoj-53,54 N vs 159,64 N; desni zavoj-65,33 N vs 161,33 N).

Utvrđene značajne razlike u distribuciji sili pritiska na podlogu između zavoja izvedenih na rolama i skijama vjerojatno proizlaze iz različitosti u vrsti i nagibu terena, sile trenja koja se javlja između tla te kotača rola i snježne površine i skija, što u konačnici utječe na brzinu kretanja. Iako se zavoji na rolama i skijama izvode s različitom opremom te na terenima različitih nagiba i vrsta podloge pa time stvaraju različite vrste trenja i u konačnici brzinu kretanja, znanje rolanja može pomoći u učenju alpskoga skijanja.

Ključne riječi: alpsko skijanje, rolanje, kinetička analiza, ulošci za detekciju pritiska

probably come out of different terrains and friction forces which results in different speeds of turns. Although turns on in-line skates and skies differ in the characteristics of equipment and terrain (steepness and surface) and therefore produce different friction forces and speed, knowledge of in-line skating ameliorates learning of alpine skiing.

Key words: alpine skiing, in line skating, kinetic analysis, pressure insoles

UVOD

Analiza pokreta tijela koja se koristi tijekom izvođenja zavoja ukazuje na izrazitu specifičnost skijaških gibanja, pri čemu su dominantne izometrične i ekscentrične kontrakcije mišića (1). Zbog postizanja velikih sila tijekom kontrakcija, unutar mišića se javlja relativna hipoksija, što u konačnici dovodi do akumulacije metaboličkih nusprodukata koji mogu uzrokovati zamor mišića i u konačnici dovesti do smanjenja performansi (3). Specifičnim pokretima tijela skijaš stvara pritisak u skijaškim cipelama te pomoću njega opterećuje skije i snježnu podlogu kako bi izazvao reakciju podloge koja će mu omogućiti usmjeravanje skija u željenom smjeru (10). Osim količine pritiska kojim skijaš djeluje na skije važan je i kut postavljanja skija na bočne rubnike, jer on s ostalim čimbenicima osigurava skijašu dobar oslonac na snježnu površinu. Ako je skijaš postavio skije na snježnu podlogu pod dobrim kutom (kut rubljenja) te je zatim doziranim pritiskom djelovao na njih, skije će se vjerojatno u zavoju kretati samo prema naprijed. Osim navedenog, skijaš mora znati rasporediti pritisak kojim u pojedinim dijelovima zavoja djeluje na unutarnju ili vanjsku skiju. Pomoću stopala alpski skijaši dobivaju povratne informacije o vrsti snježne podloge, koje im pomažu odrediti količinu pritiska s kojom će djelovati na pojedinu skiju tijekom izvođenja zavoja (6). Na smjer kretanja skija u zavoju, uz snježne uvjete na terenu utječe i kvaliteta skijaške opreme. Neovisno o vrsti terena, skijaše se uvijek uči dominantni oslonac u zavoju imati na vanjskoj skiji, koja je udaljenija od centra zavoja. Naime, unutarnja i vanjska skija pri jednakom nagibu i pritisku neće jednako bočno otklizavati niz padinu. Vanjska skija je izloženija bočnom otklizavanju u odnosu na unutarnju, pa je u otežanim uvjetima skijaškog terena (izraziti nagib, tvrda, zaleđena snježna podloga) potrebno u potpunosti se osloniti upravo na vanjsku skiju (7).

Skijaški treneri dobro poznaju opisane pokrete tijela skijaša te fizikalne zakonitosti koje direktno utječu na upravljanje skijama. Isto tako znaju kako je neophodan veliki broj ponavljanja određenog zavoja kako bi ga mladi natjecatelji usavršili do visoke razine. Također, svjesni su kako je broj ponavljanja određenog zavoja tijekom relativno kratkog trajanja skijaškog treninga u pripremnom periodu suviše mali kako bi se kod mladih natjecatelja adekvatno razvila skijaška tehnika. Stoga se stalno istražuju mogućnosti kojima bi se na sličan način postigla opterećenja kao i tijekom treninga na skijama (4). Kao dobar sadržaj treninga koji se sustavno koristi tijekom pripremnog perioda nameću se role, pomoću kojih je moguće izvoditi kratke paralelne zavoje na vrlo sličan način kao i na skijama (13,15). Evidentna razlika između zavoja koji se izvodi na rolama te zavoja u istom koridoru na skijama je podloga po kojoj se rola odnosno skija te međuodnosi koji proizlaze iz podloge i opreme za rolanje i skijanje (5). S obzirom na navedene razlike moguće je očekivati i različite brzine kretanja na rolama i na skijama te različite kutove pojedinih segmenata tijela u istom trenutku zavoja, što u konačnici utječe na sile koje djeluju na skijaša. Međutim, promatrajući način izvođenja zavoja na rolama i na skijama moguće je pretpostaviti kako se i na rolama može utjecati na razvoj motoričkih sposobnosti i znanja bitnih za alpsko skijanje (9). Analiza pokreta tijela tijekom kratkih zavoja na rolama i na skijama upućuju na isti redoslijed gibanja koja skijaši moraju učiniti kako bi izveli zavoje na rolama i na skijama (5). Razlika između mladih alpskih skijaša i skijaških početnika u korištenju rola je što većina mladih natjecatelja prvo nauči osnove upravljanja skijama u zavoju, a zatim koriste role kao alternativni sport u pripremnom periodu. Postavlja se pitanje je li moguć transfer motoričkog znanja u suprotnom smjeru, a taj je da skijaški početnici prije učenja osnova alpskoga skijanja nauče rolati. Rezultati istraživanja

Romana i suradnika pokazali su kako znanje rolanja ima pozitivan transfer na usvajanje skijaškog znanja kod djece početnika. Zaključak provedenog istraživanja je kako po strukturi pokreta slični elementi tehnike iz jednog sporta doprinose bržem usvajanju elemenata tehnike drugog sporta. Takvim pristupom učenja skijaški početnici uključeni u školu alpskoga skijanja moći će u istom vremenskom intervalu usvojiti višu razinu znanja od učenika koji prije uključivanja u školu nisu prakticirali rolanje (12). Sve navedeno upućuje kako bi stečeno motoričko znanje rolanja moglo doprinijeti bržoj i višoj razini skijaškog znanja na rekreacijskoj razini. Kako bi se objektivno mogla utvrditi sličnost odnosno razlika između sile i njene distribucije u određenom trenutku zavoja na skijama i rolama potrebno je učiniti kinetičku analizu. Ulošci za mjerenje sile pritiska mogu se koristiti za potrebe terenskog istraživanja u svrhu preciznog utvrđivanja distribucije sile pritiska tijekom izvođenja različitih vrsta zavoja (2). Na osnovu dobivenih rezultata moguće je utvrditi sličnosti i razlike u distribuciji pritiska stopala tijekom izvođenja zavoja na rolama i skijama, što je bio i osnovni cilj ovog istraživanja.

ISPITANICI I METODE

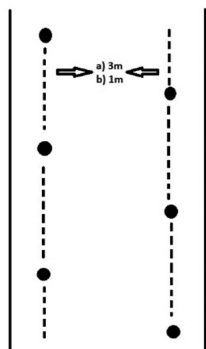
Ispitanici: U istraživanju je sudjelovalo pet učiteljica alpskoga skijanja prosječne dobi 31.6 ± 8.23 , visokih 170.66 ± 7.32 cm, prosječne tjelesne mase 60.16 ± 7.58 kg. Prije uključivanja u istraživanje ispitanice nisu imale ozljede koje bi mogle nepovoljno utjecati na izvođenje zavoja na skijama i na rolama. Isto tako, ispitanice su detaljno informirane o protokolu i ciljevima istraživanja te je prije uključivanja dobiven njihov informirani pristanak.

Varijable: U analizu kinetičkih parametara uključeni su kratki, paralelni zavoji na skijama i rolama. Ukupno je analizirano 140 zavoja (70 tijekom rolanja i 70 tijekom skijanja). U istraživanje je uključeno ukupno 16 varijabli: maksimalna sila na desnom stopalu tijekom lijevog zavoja (Max_D_LZ); sila na medijalnom dijelu desnog stopala u lijevom zavoju (Med_D_LZ); sila na lateralnom dijelu desnog stopala u lijevom zavoju (Lat_D_LZ); sila na peti desnog stopala u lijevom zavoju (He_D_LZ); maksimalna sila na lijevom stopalu u lijevom zavoju (Max_L_LZ); sila na medijalnom dijelu lijevog stopala u lijevom zavoju (Med_L_LZ); sila na lateralnom dijelu lijevog stopala u lijevom zavoju (Lat_L_LZ); sila na peti lijevog stopala u lijevom zavoju (He_L_LZ); maksimalna sila na lijevom stopalu u desnom zavoju (Max_L_DZ); sila na medijalnom dijelu lijevog stopala u desnom zavoju (Med_L_DZ); sila na lateralnom dijelu lijevog stopala u desnom zavoju (Lat_L_DZ); sila na peti lijevog stopala u desnom zavoju (He_L_DZ); maksimalna sila na desnom stopalu u desnom zavoju (Max_D_DZ); sila na medijalnom dijelu desnog stopala u desnom zavoju (Med_D_DZ); sila na lateralnom dijelu desnog stopala u desnom zavoju (Lat_D_DZ); sila na peti desnog stopala u desnom zavoju (He_D_DZ). Svi su

rezultati prikazani u njutnima (N). Podaci su analizirani u trenutku kada se ispitanica nalazila sa stopalima paralelnim u odnosu na padnu liniju.

Distribucija sile pritiska stopala (kinetičke varijable) mjerena je pomoću specijalno dizajniranih uložaka za detekciju pritiska (Novel, Pedar). Zbog načina na koji su konstruirani, njihov utjecaj na izvođenje zavoja tijekom skijanja ili rolanja sveden je na minimum. Njihova debljina iznosi 2 mm, lagani su, a za potrebe ovog istraživanja uzorkovanje je postavljeno na 100 Hz. Podaci su dobiveni i analizirani pomoću softvera Loadsol 25.3.6. U prijašnjim istraživanjima u kojima su korišteni Novel ulošci u sličnim uvjetima utvrđena je pouzdanost u mjerenju sile pritiska stopala (10, 14).

Protokol istraživanja: Istraživanje se odvijalo po identičnom protokolu za sve ispitanice i uključivalo je mjerenje tjelesne mase te odabir uložaka odgovarajuće veličine. Ispitanice su se prije mjerenja zagrijale u slobodnom savladavanju skijaškog terena te zatim u vožnji kratkih, paralelnih zavoja u koridoru. Nakon toga uslijedilo je mjerenje kinetičkih parametara tijekom alpskog skijanja u zadanom koridoru. Mjerenja na rolama provodilo se nakon mjerenja na skijaškom terenu prema vrlo sličnom protokolu. Ulošci odgovarajuće veličine umetnuti su u role ispitanica te su se zatim ispitanice prvo zagrijale slobodno rolajući, a zatim u postavljenom koridoru. Nakon zagrijavanja provedeno je mjerenje kratkih, paralelnih zavoja na rolama u postavljenom koridoru. Prije izvođenja kratkog paralelnog zavoja na skijama i rolama ispitanice su dobile detaljne upute u načinu izvođenja zavoja. Izvedbe kratkih, paralelnih zavoja u alpskome skijanju i tijekom rolanja snimljene su pomoću video kamere (Panasonic GH 5) u svrhu određivanja trenutka u kojem će se podaci analizirati. Testiranje je provedeno tijekom četiri dana. Dva dana provedena su u mjerenjima kratkih, paralelnih zavoja na skijama, a dva dana mjerenje je provedeno na rolama prema rasporedu tri ispitanice u prvom i dvije ispitanice tijekom drugog dana. Skijaška su mjerenja provedena u jutarnjim satima kako bi se osigurali bolji snježni uvjeti. Prosječni nagib terena iznosio je 20° . Ispitanice su imale prilagođenu skijašku opremu (slalom skije i veličinom prilagođene skijaške cipele) tijekom mjerenja na skijaškom terenu. Korišten je postavljeni koridor širine 3 m, a ispitanice su izvodile kratke, paralelne zavoje prema protokolu definiranom u školi alpskoga skijanja. Svaki se zavoj izvodio od ruba do ruba koridora. Svaka ispitanica izvela je 15 zavoja, a iz analize su isključeni nepravilno izvedeni zavoji. Zavoji izvedeni na rolama mjereni su za vrijeme sunčanih dana kako bi se osigurala suha podloga. Nagib terena u kojem je postavljen koridor širine 1 m iznosio je 10° . Ispitanice su također izvodile 15 zavoja, a oni nepravilno izvedeni su isključeni iz analize. Segment koridora u kojemu su ispitanice izvodile zavoje na skijama i na rolama prikazan je na slici 1.



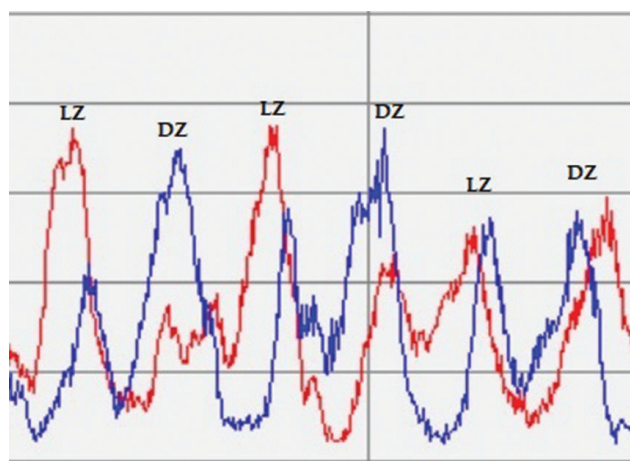
Slika 1. Prikaz koridora za izvođenje zavoja tijekom skijanja i rolanja (a – širina koridora tijekom izvođenja zavoja na skijama; b – širina koridora tijekom izvođenja zavoja na rolama).

Figure 1 Schematic of the set corridor for performance of ski and inline skating turns (a-width of the ski corridor; b-width of the inline skating corridor)

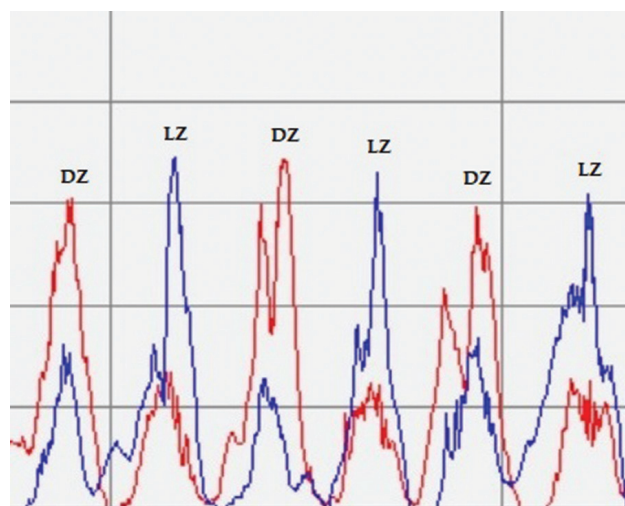
Statistička analiza: Podaci su analizirani u programu *Statistica* verzija 13.5.0.17 (TIBCO Software Inc, Palo Alto, CA). Izračunati su osnovni deskriptivni parametri za sve varijable. Normalnost distribucije testirana je pomoću Kolmogorov–Smirnov testa. Za utvrđivanje razlika između elemenata korištena je MANOVA. Rezultati su smatrani značajnima pri $p < 0.05$.

REZULTATI

Na slikama 2. a) i 2. b) prikazane su distribucije sile pritiska na stopala jednog segmenta izvođenja kontinuiranih kratkih, paralelnih zavoja na rolama i na skijama.



a)



b)

Slika 2. a) Prikaz distribucije sile pritiska tijekom izvođenja zavoja na rolama (LZ – lijevi zavoj, DZ – desni zavoj; crveno – lijevo stopalo, plavo – desno stopalo).

b) Prikaz distribucije sile pritiska tijekom izvođenja zavoja na skijama (LZ – lijevi zavoj, DZ – desni zavoj; crveno – lijevo stopalo, plavo – desno stopalo).

Figure 2 a) schematic of the force pressure distribution during performance of short turns on inline skates (LZ-left turn, DZ-right turn; red-left foot, blue-right foot)

b) schematic of the force pressure distribution during performance of short turns on skies (LZ-left turn, DZ-right turn; red-left foot, blue-right foot)

Grafički prikaz sile pritiska na stopala tijekom prikazanih šest zavoja izvedenih na rolama pokazuju kako je distribucija sile pritiska na unutarnjoj nozi značajna. Isto tako, može se primijetiti kako do značajnije sile pritiska unutarnjeg stopala na podlogu tijekom rolanja dolazi vremenski nešto kasnije u odnosu na vanjsko stopalo (Slika 2. a). Uvidom u rezultate grafičkog prikaza kod izvođenja zavoja na skijama, moguće je uočiti dominantno distribuiran pritisak na vanjskom stopalu u zavoju. Registrirani pritisak na unutarnjem stopalu ukazuje kako svojim djelovanjem na podlogu ispitanica iz zavoja u zavoj manjom, ali jednakom količinom pritiska pomaže aktivnom vođenju skija u zavoj vanjskom nogom (Slika 2. b).

Glavni rezultati istraživanja, u kojima je utvrđena razlika u distribuciji sile pritiska na medijalnom, lateralnom i stražnjem dijelu stopala lijeve i desne noge između zavoja učinjenih na rolama i na skijama, prikazani su u tablici 1.

Dobivene p vrijednosti ukazuju na postojanje značajnih razlika između distribucije sile pritiska kod 70 zavoja izvedenih na rolama te isto toliko zavoja učinjenih na skijama. Maksimalna izmjerena sila na desnom stopalu tijekom lijevog zavoja kod izvođenja zavoja na rolama značajno je manja u odnosu na zavoj izveden na skijama (584,82 N vs 764,79 N). Na medijalnom dijelu stopala vanjske noge, izmjerena prosječna sila je značajno veća tijekom skijanja u odnosu na zavoj učinjen na rolama (53,54 N vs 159,64 N). Promatrajući rezultate istog zavoja, utvrđena je značajno veća sila pritiska na unutarnjem stopalu tijekom zavoja izvedenog na rolama u odnosu na isti zavoj učinjen na skijama (720,26 N vs 378,45 N). Prosječna sila izmjerena

Tablica 1. Aritmetičke sredine, standardne devijacije te rezultati MANOVA-e za distribucije sile pritiska za 16 analiziranih varijabli tijekom izvođenja zavoja u rolanju i skijanju

Table 1 Results of mean, standard deviations and MANOVA for distribution of pressure for 16 analysed variables during performance of inline skating and skiing turns

Varijable	Rolanje		Skijanje		MANOVA	
	AS	SD	AS	SD	F	P
Max_D_LZ	584,82	189,74	764,79	176,24	33,81	0,0*
Lat_D_LZ	34,36	31,3	69,33	86,72	10,07	0,0*
Med_D_LZ	53,54	61,73	159,64	131,90	37,15	0,0*
He_D_LZ	497,82	155,8	535,86	211,14	1,47	0,23
Max_L_LZ	720,26	156,47	378,45	60,86	290,14	0,0*
Lat_L_LZ	50,26	46,53	30,64	32,76	8,34	0,0*
Med_L_LZ	72,89	53,98	41,22	51,59	12,59	0,0*
He_L_LZ	596,97	144,78	306,59	98,45	192,55	0,0*
Max_L_DZ	564,44	160,52	811,37	124,28	103,57	0,0*
Lat_L_DZ	38,62	39,91	77,32	93,98	10,05	0,0*
Med_L_DZ	65,33	69,87	161,33	128,86	30,03	0,0*
He_L_DZ	454,6	130,75	554,47	207,10	11,55	0,0*
Max_D_DZ	745,23	137,87	412,83	82,61	299,41	0,0*
Lat_D_DZ	68,66	66,14	44,63	50,88	5,8	0,02*
Med_D_DZ	95,5	60,627	35,69	51,76	39,41	0,0*
He_D_DZ	577,92	122,07	338,56	136,48	119,62	0,0*

Legenda: * -nivo značajnosti $p < 0.05$; Max_D_LZ=maksimalna sila na desnom stopalu tijekom lijevog zavoja; Lat_D_LZ=sila na lateralnom dijelu desnog stopala u lijevom zavoju; Med_D_LZ=sila na medijalnom dijelu desnog stopala u lijevom zavoju; He_D_LZ=sila na peti desnog stopala u lijevom zavoju; Max_L_LZ=maksimalna sila na lijevom stopalu u lijevom zavoju; Lat_L_LZ=sila na lateralnom dijelu lijevog stopala u lijevom zavoju; Med_L_LZ=sila na medijalnom dijelu lijevog stopala u lijevom zavoju; He_L_LZ=sila na peti lijevog stopala u lijevom zavoju; Max_L_DZ=maksimalna sila na lijevom stopalu u desnom zavoju; Lat_L_DZ=sila na lateralnom dijelu lijevog stopala u desnom zavoju; Med_L_DZ=sila na medijalnom dijelu lijevog stopala u desnom zavoju; He_L_DZ=sila na peti lijevog stopala u desnom zavoju; Max_D_DZ=maksimalna sila na desnom stopalu u desnom zavoju; Lat_D_DZ=sila na lateralnom dijelu desnog stopala u desnom zavoju; Med_D_DZ=sila na medijalnom dijelu desnog stopala u desnom zavoju; He_D_DZ=sila na peti desnog stopala u desnom zavoju.

na stražnjem dijelu stopala unutarnje noge je značajno veća tijekom izvođenja analiziranog zavoja na rolama u odnosu na dobivene prosječne vrijednosti tijekom skijanja (596,97 N vs 306,59 N).

Prikazani rezultati potvrđuju vrlo sličnu distribuciju sile pritiska na pojedinim dijelovima unutarnjeg i vanjskog stopala i tijekom analize desnog zavoja. Promatrajući izračunate prosječne vrijednosti sila pritiska na vanjskom stopalu u desnom zavoju, moguće je uočiti kako je značajno veći tijekom izvođenja zavoja na skijama u odnosu na zavoj izveden na rolama (564,44 N vs 811,37 N). Jednako kao i u lijevom zavoju, izmjerena prosječna sila pritiska na medijalnom dijelu stopala veća je tijekom izvođenja desnog zavoja na skijama u odnosu na desne zavoje na rolama (65,33 N vs 161,33 N). Rezultati izmjerene prosječne sile na unutarnjem stopalu analiziranog zavoja pokazuju

značajno veću izmjerenu silu tijekom zavoja na rolama u odnosu na zavoje na skijama (745,23 N vs 412,83 N). Na stražnjem dijelu stopala tijekom izvođenja zavoja na rolama izmjerena sila pritiska je također veća u odnosu na sile pritiska dobivene kod zavoja na skijama (577,92 N vs 338,56 N).

RASPRAVA I ZAKLJUČCI

Problem alpskoga skijanja na rekreacijskoj razini je relativno kratko vrijeme predviđeno za usvajanje i usavršavanje skijaške tehnike. Obzirom da skijaši rekreacijske razine uče osnove ovoga sporta u kontinuitetu najčešće šest do sedam dana, savjetuje se korištenje alternativnih sportova sa sličnim gibanjima u periodu prije usvajanja skijaških znanja. Što su sličniji položaj tijela, odnosi

između dijelova tijela, pokreti i međusobna koordinacija pokreta to je alternativni sport prikladniji za održavanje specifične mišićne snage, dinamičkih i kinematičkih parametara (5). Na osnovu rezultata provedenog istraživanja uočava se isti obrazac distribucije sile pritiska i kod lijevog i kod desnog zavoja tijekom rolanja i skijanja. Promatrani zavoji (70 lijevih i 70 desnih) imaju vrlo slične vrijednosti kada je u pitanju distribucija sile pritiska na podlogu. Isto tako, zabilježeno je kako su ispitanice bile ujednačene u svojim izvedbama zavoja na skijama i na rolama. Utvrđena razlika u distribuciji pritiska tijekom zavoja na skijama i na rolama vjerojatno je posljedica različitih podloga po kojoj se skija i rola. Isto tako sila trenja koja se javlja između tla te kotača rola i snježne površine i skija je različita, pa su ispitanice različitim pritiscima djelovale na podlogu kako bi izazvale njenu reakciju koja im omogućava izvođenje kratkih, paralelnih zavoja. Naime, istraživanje Zieglinskog i suradnika ukazuje kako razlike između analize skijaških zavoja i zavoja na rolama proizlaze iz različitosti terena (nagiba, vrste površine) čime se postižu različite brzine te je vrijeme trajanje zavoja različito (16). Maksimalne sile na vanjskom stopalu veće su kod izvođenja zavoja na skijama u odnosu na sile koje su registrirane tijekom zavoja na rolama (584,82 N kod zavoja na rolama vs 764,79 N kod zavoja na skijama). Navedeno je moguće objasniti različitim nagibom terena po kojem se je rolalo i skijalo, što je povezano s brzinom spuštanja te djelovanjem gravitacijske sile na ispitanice. S druge strane, potrebno je još jednom istaknuti kako su iste ispitanice izvodile zavoje na rolama i skijama, pa stoga nije bilo razlike u masi tijela, koja direktno utječe na djelovanje gravitacijske sile, nego je registrirana razlika u maksimalnoj sili pritiska vjerojatno posljedica opisanih okolnosti u kojima se izvode zavoji na rolama i na skijama. Analiza zavoja koji su izvedeni na rolama pokazuje kako su izmjerene sile pritiska većim dijelom distribuirane na unutarnjem stopalu, za razliku od istog dijela zavoja izvedenog na skijama, gdje je sila pritiska većim dijelom distribuirana na vanjskom stopalu (prosječne vrijednosti na unutarnjem stopalu tijekom izvođenja zavoja na rolama iznosile su 745,23 N u odnosu na 412,83N koliko je iznosila najveća izmjerena sila tijekom zavoja na skijama). Utvrđena razlika u distribuciji sile pritiska vjerojatno je povezana s pozicijom u kojoj su ispitanice stajale na rolama odnosno na skijama. Tijekom izvođenja zavoja na skijama utvrđena je značajno veća sila pritiska na medijalnom dijelu stopala vanjske noge u odnosu na silu pritiska vanjske noge tijekom izvođenja zavoja na rolama (159,64N tijekom izvođenja zavoja na skijama naspram 53,54N tijekom izvođenja zavoja na rolama). Navedeno je moguće objasniti pozicijom kontaktne površine skija i rola s podlogom tijekom izvođenja zavoja. Naime, bočni rubnici skija nalaze se lateralno u odnosu na vršni dio kotača kod rola koji je smješten ispod sredine stopala, pa se tijekom izvođenja zavoja na skijama ispitanica više oslanja na medijalni dio skija, gdje se nalaze bočni rubnici u odnosu na njen kontakt s podlogom tijekom

izvođenja zavoja na rolama. U istraživanju Romana i suradnika skijaški početnici u dobi 7 do 13 godina bili su podvrgnuti učenju rolanja prije odlaska u školu alpskoga skijanja. Istraživanje je utvrdilo kako je grupa djece, koja je prakticirala rolanje, usvojila višu razinu skijaškog znanja u odnosu na grupu djece koja su se prije učenja alpskoga skijanja bavili svojim standardnim tjelesnim aktivnostima (12). Pozitivan transfer prema učenju alpskoga skijanja autori objašnjavaju činjenicom kako je za rolanje vjerojatno potrebno vrlo slično motoričko znanje kao i za alpsko skijanje. Sličnu pozitivnu korist rolanja za učenje i usvajanje tehnike alpskoga skijanja zabilježili su i autori koji su proučavali razvoj motoričke sposobnosti ravnoteže prije učenja alpskoga skijanja (8). U istraživanju Krolla i suradnika prikazane su neke sličnosti, ali i razlike između načina na koji se zavoji izvode na skijama i na rolama, a koje primarno proizlaze iz brzine kretanja, polumjera zavoja te veličine centrifugalne sile koje su manje tijekom rolanja (5). Također, prema rezultatima navedenog istraživanja u zavoju izvedenom na skijama zabilježena je veća sila pritiska na vanjskoj nozi, što je utvrđeno i ovim istraživanjem. Iako u istom zavoju nisu zabilježene razlike između sila pritiska na vanjsku i unutarnju nogu tijekom izvođenja zavoja na rolama, autori sugeriraju kako upravo kratki, paralelni zavoj na rolama može poslužiti kao alternativni sport te pomoć pri učenju tehnike alpskoga skijanja. U konačnici korištenje rola ima puno prednosti tijekom pripreme za učenje alpskoga skijanja, jer pomaže u razvoju motoričkih sposobnosti bitnih za alpsko skijanje, kao što su dinamička ravnoteža, aktivacija istih mišićnih skupina, usvajanje sličnih pokreta tijela, no uz različitu distribuciju sile pritiska čime se znatno može ubrzati usvajanje skijaške tehnike. Zbog navedenoga, rolanje se izdvaja kao poželjan zamjenski sport alpskome skijanju. Osim toga rolanje na rekreacijskoj razini izrazito je dostupna tjelesna aktivnost u mjestu stanovanja kojom se dodatno mogu ostvariti pozitivni fiziološki učinci koji utječu na poboljšanje i održavanje srčano-žilnog kapaciteta (11). Obzirom da se skijanje odvija u zimskim uvjetima te da je riječ o specifičnoj aktivnosti karakteriziranoj visokim intenzitetom i kratkim trajanjem za koji su potrebne ponavljane izometrične i ekscentrične kontrakcije koje lako dovedu do zamora mišića ukoliko je na navedene kontrakcije nepripremljen, u konačnici je moguće očekivati slabije performanse (3). Vrijednost alternativnih sportova je što se mogu koristiti kao priprema za skijanje tijekom čitave godine, a zbog sličnosti sa skijanjem aktiviraju slične mišiće i smanjuju njihov zamor. Za potpunu usporedbu kratkih, paralelnih zavoja izvedenih na rolama i skijama bilo bi optimalno učiniti i kinematičku analizu. Na taj način mogle bi se utvrditi sličnosti i/ili razlike u odnosima pojedinih segmenata tijela tijekom izvođenja zavoja na rolama i na skijama. Obzirom da je u ovom istraživanju bila učinjena kinetička analiza, što predstavlja ograničenje istraživanja, spomenuta kinematička analiza dala bi cjelovit uvid u koristi rolanja prije učenja alpskoga skijanja.

Literatura

1. Burtscher M, Bodner T, Burtscher J, Ruedl G, Kopp M, Broessner G. Life-style characteristics and cardiovascular risk factors in regular downhill skiers: an observational study. *BMC Public Health* 2013; 13:788. doi: 10.1186/1471-2458-13-788
2. Chumanov ES, Remy CD, Thelen DG. Computational techniques for using insole pressure sensors to analyse three-dimensional joint kinetics. *Comput Methods Biome* 2010; 13(5): 505-14.
3. Ferguson RA. Limitations to performance during alpine skiing. *Exp Physiol* 2010; 95: 404-10.
4. Gilgien M, Reid R, Raschner C, Supej M, Holmberg HC. The training of Olympic alpine ski racers. *Front Physiol* 2018; 21:9:1772. doi: 10.3389/fphys.2018.01772
5. Kroll J, Schiefermuller C, Birklbauer J, Muller E. In-line skating as dry land modality for slalom racers- elektromyographic and dynamic similarities and differences, U: Muller E, Bacharch D, Klika R, Lindinger S, Schwameder H ur, *Skiing and Science*, Oxford, UK: Mayer & Mayer Sport, 2005; 76–86.
6. Lafontaine D, Lamontagne M, Diallo B, Dupuis D. Plantar pressure distribution measured during alpine ski turns. *Clin Biomech* 1999; 14: 558.
7. LeMaster R, Supej M. Systematic use of the inside ski in carved turns. U: Muller E, Kroll J, Lindinger S, Pfusterschmied J, Stoggl T ur, *Science and Skiing*. London, UK: Mayer & Mayer Sport, 2015; 196-9.
8. Lesnik B, Sekulic D, Supej M, Esco MR, Zvan M. Balance, basic anthropometrics and performance in young alpine skiers; longitudinal analysis of the association during two competitive seasons. *J Human Kinetics* 2017; 57: 7-16.
9. Muehlbauer T, Kuehnen M, Granacher U. Inline skating for balance and strength promotion in children during physical education. *Percept Motor Skill* 2013; (3): 665–81.
10. Nakazato K, Scheiber P, Müller E. A comparison of ground reaction forces determined by portable force-plate and pressure-insole systems in alpine skiing. *J Sports Sci Med* 2011; 10(4):754-62.
11. Orepić P, Mikulić P, Sorić M, Ružić L, Marković G. Acute physiological responses to recreational in-line skating in young adults. *Eur J Sport Sci* 2014; 14 Suppl 1: S25-31.
12. Roman B, Miranda MT, Martinez M, Jesus V. Transfer from In-line skating to alpine skiing instruction in physical education, U: Muller E, Lindinger S, Stoggl T. ur, *Skiing and Science*, Oxford, UK: Mayer & Mayer Sport, 2009; 430-9.
13. Ropret R. The application of rollerblades In alpine skiers training. *Physical culture* 2010; 64(1): 72–8.
14. Stricker G, Scheiber P, Lindenhofer E, Müller E. Determination of forces in alpine skiing and snowboarding: Validation of a mobile data acquisition system. *Eur J Sport Sci* 2010; 10: 31-41.
15. Takahashi M, Yoneyama T. Basic ski theory and acceleration during ski turn, U: Müller E, Schwameder H, Raschner C, Lindinger S, Kornexl E ur, *Science and Skiing*, Hamburg, Germany: Verlag Dr. Kovač, 2001; 307–21.
16. Zeglinski CM, Swanson SC, Self BP, Greenwald RF. Muscle activity in the slalom turn of alpine skiing and in-line skating. *Int J Sports Med* 1998; 19(7): 447-54.